

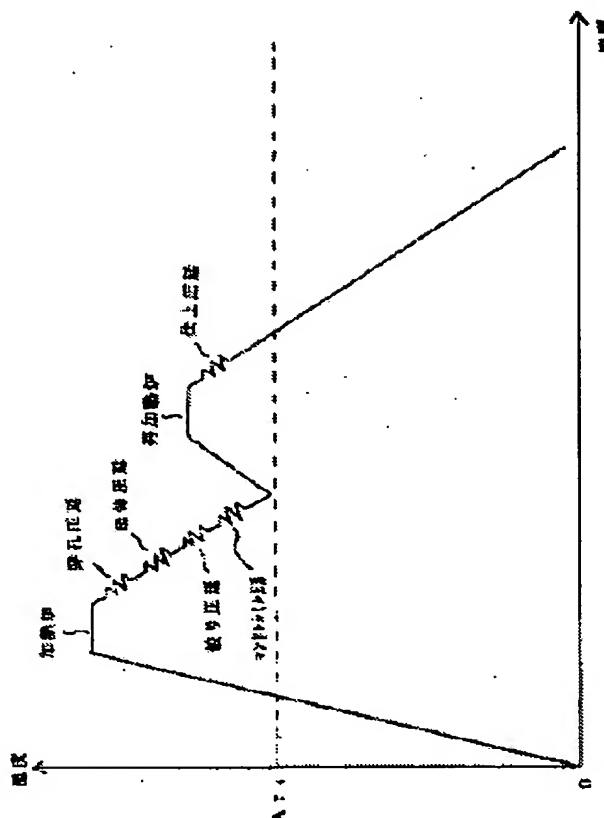
NON-HEATTREATED HIGH STRENGTH SEAMLESS STEEL PIPE AND ITS PRODUCTION METHOD

Patent number: JP2001247931
Publication date: 2001-09-14
Inventor: OKA MASAHARU; SAKAMOTO TOSHIHARU;
TAMURA SHINICHI
Applicant: NIPPON STEEL CORP
Classification:
- international: C22C38/00; B21B23/00; C21D8/10; C22C38/04
- european:
Application number: JP20000062639 20000307
Priority number(s):

Abstract of JP2001247931

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a non-heattreated high strength seamless steel pipe having a high strength as hog-rolled without largely adding alloy elements or using supplementary such as heat treatment and cold working and to provide a production method therefor.

SOLUTION: This non-heattreated high strength seamless steel pipe contains, by mass, 0.01 to 0.6% C, 0.01 to 1.0% Si and 0.1 to 2.0% Mn, and in which the average ferrite grain size in the cross-section vertical to the longitudinal direction of the steel tube is $\leq 20 \mu\text{m}$. Moreover, in the method for producing the seamless steel pipes so as to be fed to hot rolling of the Mannesmann system, a cast slab or steel slab is heated at A_{c3} transformation point to 1,300 deg.C and is thereafter subjected to piercing and rolling, and, successively, the pipe stock is held at 650 to 750 deg.C and is thereafter subjected to finish rolling in which cumulative reduction of cross-section is $\geq 20\%$, and the temperature of the tube stock at the time of the final rolling is 600 to 750 deg.C.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

Family list

1 family member for:

JP2001247931

Derived from 1 application.

**1 NON-HEATTREATED HIGH STRENGTH SEAMLESS STEEL PIPE AND
ITS PRODUCTION METHOD**

Publication info: **JP2001247931 A** - 2001-09-14

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-247931

(P2001-247931A)

(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51) IntCl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
C 2 2 C 38/00	3 0 1	C 2 2 C 38/00	3 0 1 A 4 K 0 3 2
B 2 1 B 23/00		B 2 1 B 23/00	Z
C 2 1 D 8/10		C 2 1 D 8/10	B
C 2 2 C 38/04		C 2 2 C 38/04	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2000-62639 (P2000-62639)

(22) 出願日 平成12年3月7日 (2000.3.7)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 岡 正春

北九州市戸畑区飛幡町1-1 新日本製鐵
株式会社八幡製鐵所内

(72) 発明者 坂本 俊治

北九州市戸畑区飛幡町1-1 新日本製鐵
株式会社八幡製鐵所内

(74) 代理人 100062421

弁理士 田村 弘明 (外1名)

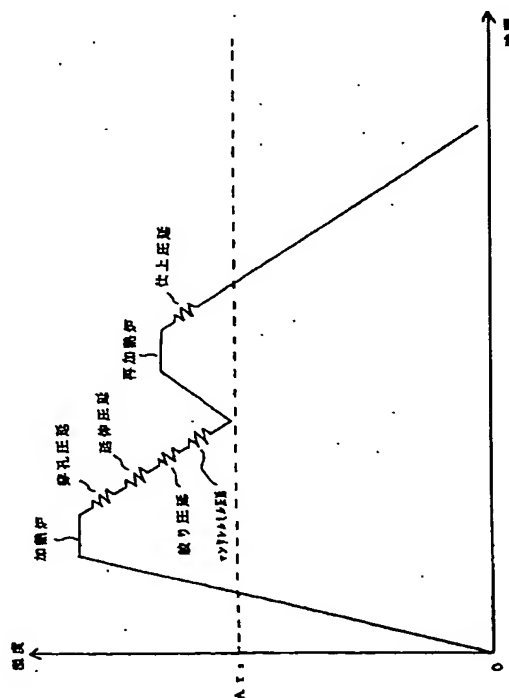
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非調質高強度継目無し鋼管およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 合金元素を多量に添加することなく、また熱処理や冷間加工などの付帯工程を用いることなく、熱間圧延ままの状態を高強度を有する非調質高強度継目無し鋼管及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 質量%で、C:0.01~0.6%、Si:0.01~1.0%、Mn:0.1~2.0%を含有し、鋼管の長手方向に垂直な断面の平均フェライト粒径が20 μ m以下である非調質高強度継目無し鋼管。及び、マンネスマン方式の熱間圧延に供して継目無し鋼管を製造する方法であって、鋳片または鋼片をAc3変態点以上1300℃以下の温度に加熱したのち、穿孔・圧延を施し、引き続き素管を650~750℃の温度で保定し、その後累積断面減少率20%以上で圧延時の素管温度が600~750℃の仕上げ圧延を行うことを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 質量%で、

C : 0.01~0.6%、

Si : 0.01~1.0%、

Mn : 0.1~2.0%

を含有し、鋼管の長手方向に直交する断面の平均フェライト粒径が $20\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする非調質高強度継目無し鋼管。

【請求項2】 質量%で、

C : 0.01~0.6%、

Si : 0.01~1.0%、

Mn : 0.1~2.0%

を含有する鋳片または鋼片を、マンネスマン方式の熱間圧延に供して継目無し鋼管を製造する方法であって、鋳片または鋼片をAc3変態点以上 1300°C 以下の温度に加熱したのち、穿孔・圧延を施し、引き続き素管を 6

$$18700 \leq T(\log t + 20) \leq 20000 \quad \cdots \cdots (1)$$

ここで T : 温度 (K)

t : 時間 (h)

【請求項4】 穿孔・圧延を施した後、引き続き素管を空冷以上の冷却速度で $650\sim 750^{\circ}\text{C}$ の温度まで冷却することを特徴とする請求項2または3記載の非調質高強度継目無し鋼管の製造方法。

【請求項5】 穿孔・圧延を施した後、 $650\sim 750^{\circ}\text{C}$ の温度で保定する前の素管の長手方向の温度偏差が 80°C 以下であることを特徴とする請求項2ないし4のいずれか1項に記載の非調質高強度継目無し鋼管の製造方法。

【請求項6】 前記仕上げ圧延を潤滑下で行うことを特徴とする請求項2ないし5のいずれか1項に記載の非調質高強度継目無し鋼管の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、非調質高強度継目無し鋼管及びその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 土木建設機械などに用いられる油圧機器のシリンダーチューブ、機械構造物、自動車用部品などに使用される鋼管としては、熱処理を施すか、または冷間加工仕上げを行って強度を向上させた継目無し鋼管が多用されてきた。しかしながら、これらの方法では熱処理工程や冷間加工工程などの付帯工程が必要なためコスト高となる問題があった。このため、熱間圧延ままで熱処理材や冷間加工材と同等以上の強度を有する高強度継目無し鋼管が要望されている。

【0003】 熱間圧延ままで高強度を得る方法としては、C、Si、Mnなどの安価な合金元素を多量に添加する方法が考えられるが、前記の適用分野では強度に加えて溶接性や靱性などが要求されるため、C量、Si量、Mn量や炭素当量 $C_{eq} (= \%C + \%Si / 24 +$

$50\sim 750^{\circ}\text{C}$ の温度で保定し、その後累積断面減少率20%以上で圧延時の素管温度が $600\sim 750^{\circ}\text{C}$ の仕上げ圧延を行うことを特徴とする非調質高強度継目無し鋼管の製造方法。

【請求項3】 質量%で、

C : 0.01~0.6%、

Si : 0.01~1.0%、

Mn : 0.1~2.0%

を含有する鋳片または鋼片を、マンネスマン方式の熱間圧延に供して継目無し鋼管を製造する方法であって、鋳片または鋼片をAc3変態点以上 1300°C 以下の温度に加熱したのち、穿孔・圧延を施し、引き続き素管を $650\sim 750^{\circ}\text{C}$ の温度で、かつ下記(1)式を満たす条件で保定し、その後累積断面減少率20%以上で圧延時の素管温度が $600\sim 750^{\circ}\text{C}$ の仕上げ圧延を行うことを特徴とする非調質高強度継目無し鋼管の製造方法。

$\%Mn / 6 + \%Ni / 40 + \%Cr / 5 + \%Mo / 4 + \%V / 14$) の上限値が規定される場合が多く、従って安価な合金元素の多量添加により上記問題を解決することは困難である。

【0004】 また、微量元素の有効利用も検討されており、非調質高強度継目無し鋼管として、特開平5-202447号公報などにみられるように、Vの析出強化作用およびMn、Crのマトリックス強化に加え、Al、Ti、Nの適量添加により非調質高強度継目無し鋼管を得るとの技術が提案されている。しかしながら、この鋼管においても炭素当量が高いため溶接性が不十分であるという問題があった。

【0005】 溶接性や靱性を維持しつつ熱間圧延ままの素材の強度を向上させる方法としては、フェライト粒の微細化が常套手段であり、厚板分野では制御圧延によるフェライト粒の微細化が広く行われている。しかしながら、通常の継目無し鋼管製造方法であるマンネスマン方式の熱間圧延法では、設備上の問題から厚板で行われているような制御圧延の適用が困難である。そのため、熱間圧延ままの継目無し鋼管のフェライト粒径は $20\sim 40\mu\text{m}$ 程度にとどまり、制御圧延された厚板のフェライト粒径(安定して得られるのは $10\mu\text{m}$ 、細粒化限界は $5\mu\text{m}$)に比べれば十分な細粒レベルには到達していない。

【0006】 また、特開平10-306339号公報には、主に電気抵抗溶接鋼管(電縫管)を対象として造管後の鋼管をオフラインでフェライトの再結晶温度域に再加熱して絞り圧延し、フェライト粒径を $3\mu\text{m}$ 以下とすることで高靱性高延性の鋼管を得るとの技術が提案されている。しかしながらこの技術を継目無し鋼管に適用する場合には、熱間仕上げした鋼管をオフラインで再加熱して絞り圧延する工程が必要となるので、コスト高となる問題がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記したような問題点を解決するものであって、合金元素を多量に添加することなく、また熱処理や冷間加工などの付帯工程を用いることなく、熱間圧延ままの状態を高強度を有する非調質高強度継目無し鋼管及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、成分の異なる種々の素材について、マンネスマン方式の熱間圧延プロセスにより非調質高強度継目無し鋼管を製造するた

C : 0.01~0.6%,

Mn : 0.1~2.0%

を含有し、鋼管の長手方向に直交する断面の平均フェライト粒径が20 μ m以下であることを特徴とする非調質

C : 0.01~0.6%,

Mn : 0.1~2.0%

を含有する鋳片または鋼片を、マンネスマン方式の熱間圧延に供して継目無し鋼管を製造する方法であって、鋳片または鋼片をAc3変態点以上1300℃以下の温度に加熱したのち、穿孔・圧延を施し、引き続き素管を650~750℃の温度で保定し、その後累積断面減少率

C : 0.01~0.6%,

Mn : 0.1~2.0%を含有する鋳片または鋼片を、マンネスマン方式の熱間圧延に供して継目無し鋼管を製造する方法であって、鋳片または鋼片をAc3変態点以上1300℃以下の温度に加熱したのち、穿孔・圧延を施し、引き続き素管を650~750℃の温度で、かつ

$$18700 \leq T(\log t + 20) \leq 20000 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで T : 温度 (K)

t : 時間 (h)

(4) 穿孔・圧延を施した後、引き続き素管を空冷以上の冷却速度で650~750℃の温度まで冷却することを特徴とする前記(2)または(3)記載の非調質高強度継目無し鋼管の製造方法。

(5) 穿孔・圧延を施した後、650~750℃の温度で保定する前の素管の長手方向の温度偏差が80℃以下であることを特徴とする前記(2)ないし(4)のいずれか1項に記載の非調質高強度継目無し鋼管の製造方法。

(6) 前記仕上げ圧延を潤滑下で行うことを特徴とする前記(2)ないし(5)のいずれか1項に記載の非調質高強度継目無し鋼管の製造方法。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明について詳細に説明する。まず、本発明における非調質高強度継目無し鋼管の成分限定理由について説明する。成分含有量は質量%である。

Al : 0.001~0.2%,

Cr : 0.01~2.0%,

めの条件について研究を重ねた結果、鋳片または鋼片をAc3変態点以上1300℃以下の温度に加熱したのち、穿孔・圧延を施し、引き続き素管を650~750℃で保定し、その後累積断面減少率20%以上で圧延時の素管温度が600~750℃の仕上げ圧延を行うことにより、熱間圧延ままの状態でフェライト粒径が20 μ m以下である非調質高強度継目無し鋼管を製造できることを見出した。

【0009】本発明はこのような知見に基づいて構成したものであり、その要旨は次の通りである。

(1) 質量%で、

Si : 0.01~1.0%,

高強度継目無し鋼管。

(2) 質量%で、

Si : 0.01~1.0%,

20%以上で圧延時の素管温度が600~750℃の仕上げ圧延を行うことを特徴とする非調質高強度継目無し鋼管の製造方法。

(3) 質量%で、

Si : 0.01~1.0%,

下記(1)式を満たす条件で保定し、その後累積断面減少率20%以上で圧延時の素管温度が600~750℃の仕上げ圧延を行うことを特徴とする非調質高強度継目無し鋼管の製造方法。

C : Cは鋼の強度を増加させる元素として添加される。

0.01%未満では構造用鋼に必要な強度の確保が困難であり、0.6%を超える過剰の添加は塑性や溶接性を著しく劣化させる。従って、C含有量は0.01~0.6%とした。

【0011】Si : Siは脱酸剤として、また鋼の強度を増加させる元素として添加される。0.01%未満では強度を向上させる効果を有効に発揮させることができず、1.0%を超える過剰の添加は粗大な酸化物を形成して延性や塑性を劣化させる。従って、Si含有量は0.01~1.0%とした。

【0012】Mn : Mnは鋼の強度を増加させる元素として添加される。0.1%未満では強度を向上させる効果を有効に発揮させることができず、2.0%を超える多量の添加は延性や塑性を劣化させる。従って、Mn含有量は0.1~2.0%とした。

【0013】以上が本発明鋼の基本成分であり、通常は上記以外はFe及び不可避免の不純物からなるが、所望の強度レベルやその他の必要特性に応じて、質量%で、

N : 0.001~0.05%,

Ni : 0.01~5.0%,

Mo: 0.01~2.0%、
 B: 0.0003~0.02%、
 Ca: 0.0005~0.01%、
 Zr: 0.01~0.05%、
 Nb: 0.003~0.2%、
 W: 0.5~3%、
 P: 0.03%以下、

Cu: 0.01~2.0%、
 Mg: 0.0005~0.01%、
 REM: 0.001~0.05%、
 Ti: 0.003~0.2%、
 V: 0.003~0.2%、
 O: 0.01%以下、
 S: 0.04%以下
 られない。

の1種または2種以上を含有してもよい。

【0014】次に、マンネスマン方式の熱間圧延法について説明する。本発明鋼は、マンネスマン方式の熱間圧延法によって継目無し管に造管される。マンネスマン方式の熱間圧延法による継目無し管の造管プロセスの1例を図1に示す。ここでいうマンネスマン方式の熱間圧延法とは、通常の継目無し鋼管製造のための熱間圧延法で、矩形断面もしくは丸断面の製管用素材を用い、プレスロール穿孔機あるいはマンネスマン穿孔機により穿孔した後、必要に応じて傾斜圧延機（エロンゲータミル）により肉厚を減じると共に長さを伸ばす延伸圧延が行われ、さらに必要に応じて絞り圧延機（ホローシェルレデューサー）で外径を絞り、さらにマンドレルミルあるいはプラグミルで肉厚を調整し、必要に応じてリーラーミルで摩管を行い、再加熱炉により所定の温度に加熱され、最終仕上げ圧延機（ストレッチレデューサーあるいはサイザーミル）で所定の外径に成形することにより造管していく一連のプロセスである。

【0015】ここで、仕上げ圧延前に素管を再加熱炉に挿入する理由は、マンネスマン方式の熱間圧延法では圧延工程が多いので、下流圧延機では素管温度の長手方向バラツキが発生する。このため最終仕上げ圧延前に再加熱炉でオーステナイト単相の温度において素管全長の温度を均一化する必要があり、再加熱工程が必須とされており、仕上げ圧延中あるいは仕上げ圧延後の管の変態収縮や熱収縮のバラツキを防ぎ最終製品管の寸法精度を高める機能を有する。この再加熱工程が継目無し鋼管圧延と厚板圧延との最大の相違点であり、この再加熱工程が存在するため、継目無し鋼管圧延において厚板で行われているような制御圧延を適用しても十分な細粒効果が得

$$18700 \leq T(\log t + 20) \leq 20000 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、T: 温度 (K)

t: 時間 (h)

【0019】また、二相域で安定することにより素管全長の温度を均一化でき、オーステナイト単相域で安定する場合と比べれば若干劣るものの最終製品管の寸法バラツキや長手方向の強度バラツキを実用上問題ない程度にすることができる。

【0020】なお、最終製品管の寸法バラツキや長手方向の強度バラツキをより一層低減するためには、安定前の素管の長手方向の温度偏差を80℃以下にするのが望ましい。また、熱間で穿孔・圧延した後、650~750℃の二相域温度で安定するまでの冷却速度は、フェラ

イトを微細に析出させるために空冷以上の冷却速度で冷却することが望ましい。

【0016】次に、本発明における非調質高強度継目無し鋼管の各製造条件の限定理由について説明する。本発明においては、鋳片または鋼片の加熱温度をAc3変態点以上1300℃以下とする。これは加熱温度がAc3変態点未満では溶体化が十分に行われず、1300℃を超えるとオーステナイト粒径が極端に粗大化してフェライト粒の細粒化が困難となるためである。

【0017】次に、穿孔・圧延された素管を650~750℃の二相域温度で安定する。これは安定温度が750℃を超えると結晶粒の粗大化が進み、650℃未満では再結晶や変態の核となる微細な炭化物の生成が抑制され、フェライト粒の微細化が抑制されるためである。この安定には従来オーステナイト域での素管温度の均一化のために用いていた再熱炉を低温で用いればよく、新たな工程を加える必要はない。むしろ再熱炉温度の低下によりエネルギー原単位を低減できるのでコスト的には有利である。

【0018】また、素管を650~750℃の二相域温度で安定する際、下記(1)式を満たす条件で安定するのが望ましい。安定中にオーステナイト粒界やオーステナイトとフェライトの粒界やオーステナイトの粒内に析出する微細な炭化物は、再結晶や変態の核となり、二相域圧延後のフェライトの回復・再結晶を促進すると共に、加工オーステナイトのフェライト変態時の γ/α 変態比を大きくする効果があるが、 $T(\log t + 20)$ が18700未満では微細な炭化物の析出が必ずしも十分でなく、20000を超えると炭化物の粗大化が生じて前記の効果が抑制される傾向にあるためである。

イトを微細に析出させるために空冷以上の冷却速度で冷却することが望ましい。

【0021】650~750℃の二相域温度で安定した後の仕上げ圧延は、累積断面減少率を20%以上、圧延時の素管温度を600℃以上750℃以下とする。累積断面減少率を20%以上とするのは、断面減少率が20%未満ではフェライトの再結晶が不十分であり均一な細粒組織が得られないからである。また、圧延時の素管温度を600℃以上750℃以下とするのは、圧延時の素管温度が750℃を超えると得られた細粒フェライトが成長して粗大化し、また圧延時の素管温度が600℃未満ではフェライトの再結晶が十分に進まず、細粒組織が

得られないためである。

【0022】また、圧延時の素管温度が600℃以上750℃以下の仕上げ圧延では、オーステナイト域で仕上げ圧延する場合に比べてはるかに良好な外面肌を得ることができるが、より一層良好な外面肌を得るためには仕上げ圧延を潤滑下で行うことが望ましい。潤滑剤としては圧延油として使われる鉱油などの通常の潤滑剤を用いればよく、特に限定する必要はない。

【0023】上記の製造方法によれば、熱間圧延ままで鋼管の長手方向に直交する断面の平均フェライト粒径が20μm以下である非調質高強度継目無し鋼管が得られる。フェライト粒径が20μmを超える粒径範囲では細粒化による強度向上効果は小さいが、フェライト粒径が20μm以下になると細粒化による強度向上効果が大きくなる。特に、フェライト粒径が10μm以下になるとその効果が顕著となる。従って、熱間圧延ままで安定してフェライト粒径を20μm以下、望ましくは10μm以下とすることにより、非調質で高強度を有する継目無し鋼管が得られる。

【0024】本発明の製造方法を用いて達成できるフェライト粒径は通常は3~4μm程度が限界である。本発明の製造方法を用いてフェライト粒径を3μm以下とするためには、変態前のオーステナイト粒径及び仕上げ圧延前のフェライト粒径をより一層微細化する必要がある、そのためにはより複雑な熱履歴をとる必要があり、コスト高となる問題がある。従って、生産性と製品性能のバランスを考慮して、フェライト粒径は3μmを超えて10μm以下とすることが望ましい。

【0025】

【実施例】表1に示す組成の217mm×217mm断面の連続铸造铸片をマンネスマン方式の熱間圧延法によって継目無し管に造管した。圧延後、室温まで空冷し、熱間圧延ままの鋼管のフェライト粒径、引張特性および

シャルピー試験による衝撃特性を調査した。フェライト粒径は鋼管の長手方向に直交する断面(C断面)について、2000倍で10視野観察し、平均粒径を測定した。シャルピー試験による衝撃特性は50%破面遷移温度(vTrs)で評価した。また、寸法精度及び外面の表面肌についても調査した。これらの調査結果を製造条件と共に表2に示す。

【0026】表2から、本発明例(No. 1~6)は平均フェライト粒径がいずれも20μm以下となっており、オーステナイト単相域に再加熱して仕上げ圧延を行う従来プロセスで製造した比較例(No. 7~9)の同じ成分のもの(No. 1, 2とNo. 7, No. 3, 4とNo. 8, No. 5, 6とNo. 9)と比較すると、いずれも大幅に強度が向上しており、かつ靱性も同等以上であり、強度・靱性バランスが大幅に向上している。また、いずれかの条件が本発明の限定範囲を外れている比較例(No. 10~12)は、いずれも平均フェライト粒径が20μm以上であり、同じ成分の本発明例(No. 1, 2)と比較すると、いずれも強度が大幅に低く、従来プロセスで製造した同じ成分の比較例(No. 7)と同程度である。また、成分が本発明の限定範囲を超えている比較例(No. 13, 14)は、いずれも高い強度が得られているが、靱性が非常に低い。

【0027】

【表1】

鋼種 No.	化学成分			区分
	C	Si	Mn	
A1	0.21	0.18	0.65	本発明例
A2	0.25	0.35	0.85	本発明例
A3	0.48	0.21	0.82	本発明例
B1	0.63	0.23	0.31	比較例
B2	0.23	1.25	2.31	比較例

【0028】

【表2】

No.	鋼種	穿孔・圧延条件			再熱炉での保冷条件			仕上げ圧延条件		
		加熱温度 (°C)	圧延仕上げ 温度(°C)	穿孔・圧延 後の冷却速 度	保冷温度 (°C)	保冷時間 (min)	λ	黒鉛断面 減少率 (%)	圧延時の 最大素管 温度(°C)	圧延時の 最小素管 温度(°C)
1	A1	1250	900	空冷	60	20	18998	78	680	640
2	A1	1230	880	空冷	50	30	18773	28	680	620
3	A2	1270	920	空冷	70	20	19191	76	680	650
4	A2	1250	900	空冷	60	10	19472	86	730	690
5	A3	1230	880	空冷	50	30	18970	79	670	630
6	A3	1200	850	炉冷	90	40	18694	89	650	610
7	A1	1250	900	空冷	60	30	24092	79	920	880
8	A2	1250	900	空冷	60	30	24092	76	920	880
9	A3	1250	900	空冷	60	30	24092	79	920	880
10	A1	1350	1050	空冷	90	40	20082	77	720	680
11	A1	1250	900	空冷	85	20	18998	16	680	640
12	A1	1270	920	空冷	90	30	17788	77	590	550
13	B1	1230	880	空冷	85	20	19191	76	680	650
14	B2	1250	900	空冷	90	30	18970	76	670	630

【0029】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、合金元素を多量に添加することなく、また熱処理や冷間加工などの付帯工程を用いることなく、熱間圧延ままの非調質状態で高強度を有する非調質高強度継目無し鋼管が得ら

No.	鋼種	製品特性						区分
		フェライト 割合 (%)	YS (MPa)	TS (MPa)	v_{Te} (°C)	寸法精度	外面の表面 肌	
1	A1	4	488	567	-25	極めて良好	極めて良好	本発明例
2	A1	6	435	550	-25	極めて良好	極めて良好	本発明例
3	A2	4	505	627	-20	極めて良好	極めて良好	本発明例
4	A2	5	487	618	-20	極めて良好	極めて良好	本発明例
5	A3	5	564	760	-10	極めて良好	極めて良好	本発明例
6	A3	9	542	750	-5	良好	良好	本発明例
7	A1	25	285	468	0	極めて良好	不良	比較例
8	A2	32	321	528	5	極めて良好	不良	比較例
9	A3	35	388	680	20	極めて良好	不良	比較例
10	A1	23	288	470	0	不良	極めて良好	比較例
11	A1	28	284	467	0	不良	極めて良好	比較例
12	A1	21	292	471	0	不良	極めて良好	比較例
13	B1	21	409	760	50	不良	良好	比較例
14	B2	23	515	736	50	不良	極めて良好	比較例

$$\lambda = T(\log t + 20)$$

T: 保冷温度(K)

t: 保冷時間(h)

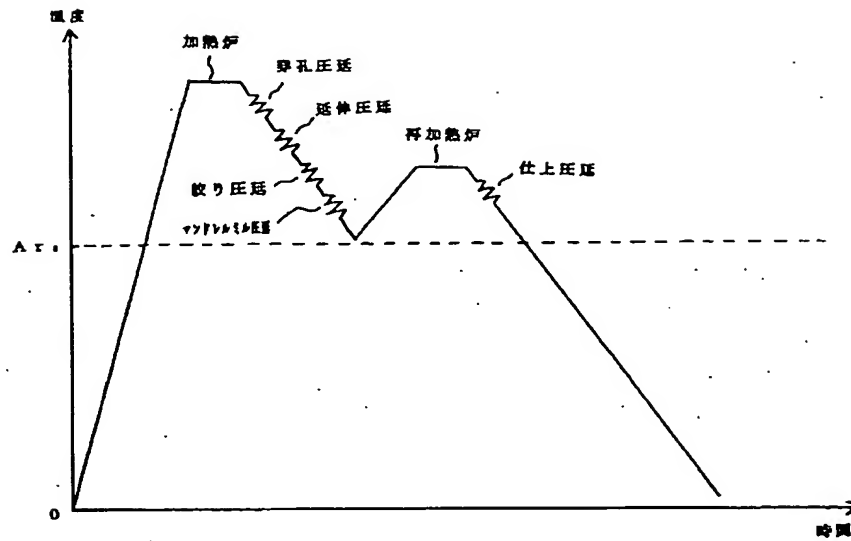
れる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 マンネスマン方式の継目無し鋼管の圧延工程を示す概略図である。

BEST AVAILABLE COPY

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 田村 真市
北九州市戸畑区飛幡町1-1 新日本製鐵
株式会社八幡製鐵所内

Fターム(参考) 4K032 AA04 AA05 AA06 AA16 AA31
BA03 CA01 CA02 CA03 CC02
CD05